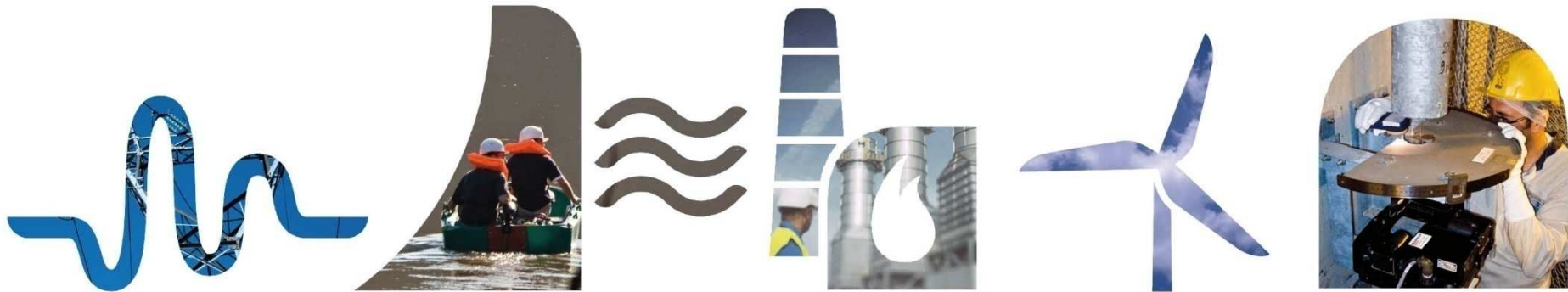


Des données pluviométriques issues des radars météo pour la modélisation hydrologique en zone de moyenne montagne ?



Victor Baron¹, Lætitia Moulin², Rémy Garçon², Pierre Bernard²

¹ Stage de fin d'études Polytech' Montpellier

² EDF-DTG

Hydrométéorologie à EDF-DTG



- ◆ EDF une groupe « hydro » dépendant :
 - Eau = Matière première renouvelable pour production hydroélectrique
 - Eau = Source froide pour la production nucléaire ou thermique classique
 - Eau = Aléa pour la sécurité des installations et pour la production
 - Eau = Ressource à partager
- ◆ Les enjeux liés à l'hydrométéorologie:
 - Surveillance hydrométéorologique (sûreté moyens de production)
 - Respect de la réglementation (anticipation sur les contraintes)
 - Optimisation de la production hydro-électrique



Division Production Ingénierie Hydraulique - DTG



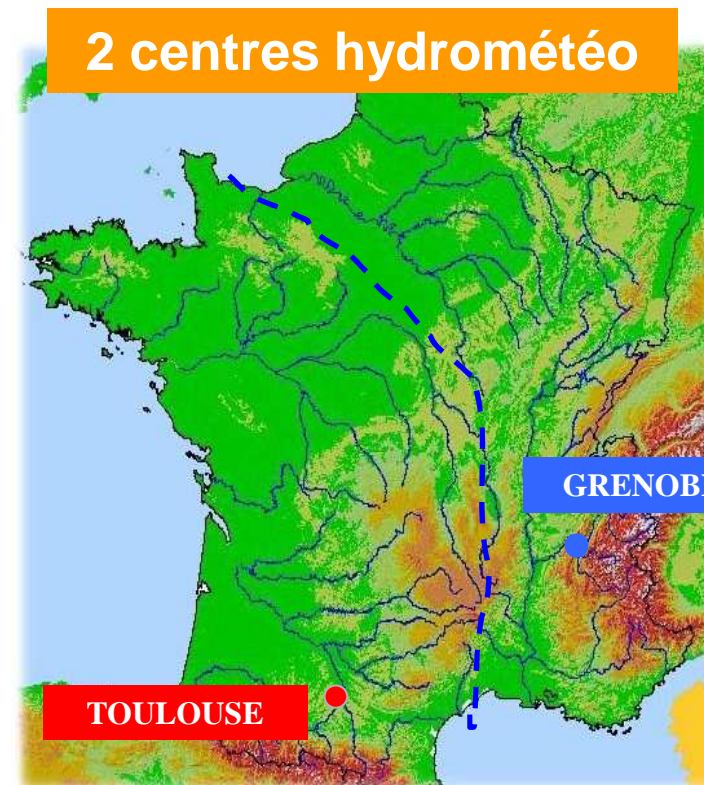
D4168/TRA/2011-10425-A

2e Forum Radar -- 24/11/2011

Hydrométéorologie à EDF-DTG



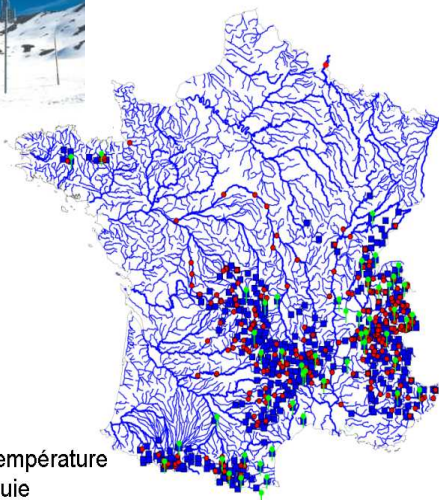
- ◆ EDF une groupe « hydro » dépendant :
 - Eau = Matière première renouvelable pour production hydroélectrique
 - Eau = Source froide pour la production nucléaire ou thermique classique
 - Eau = Aléa pour la sécurité des installations et pour la production
 - Eau = Ressource à partager



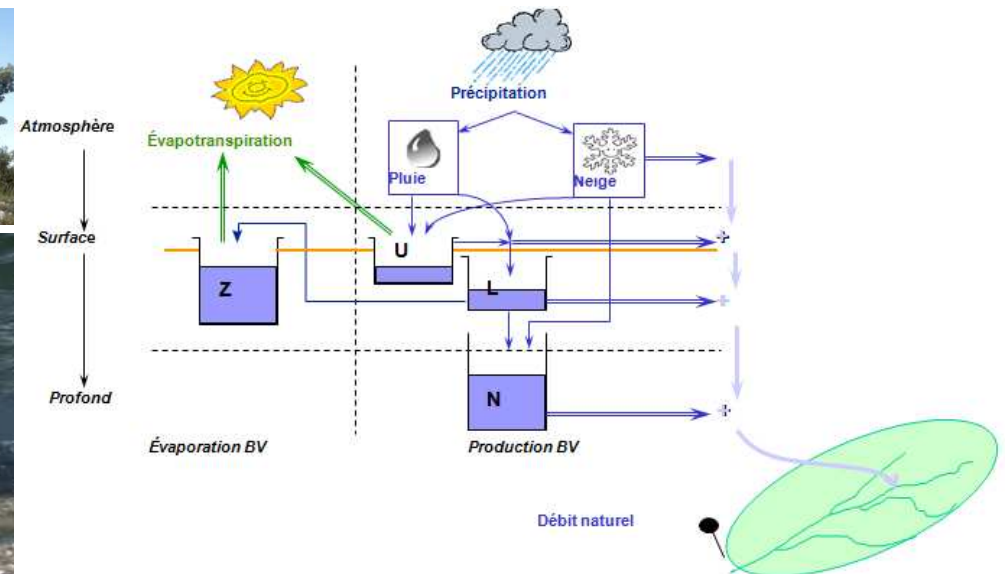
Hydrométéorologie à EDF-DTG



- ◆ Prévoir les débits en rivière
 - Augmenter les horizons de prévisions
 - Utiliser la transformation pluie-débit (temps de réaction)
 - Utiliser des prévisions de précipitation
- ◆ Des données et des outils
 - Installation progressive d'un réseau de mesure (hydro,climato)
 - Développement/utilisation de modèles hydrologiques



- Température
- Pluie
- Débit





EDF-DTG et le radar météo

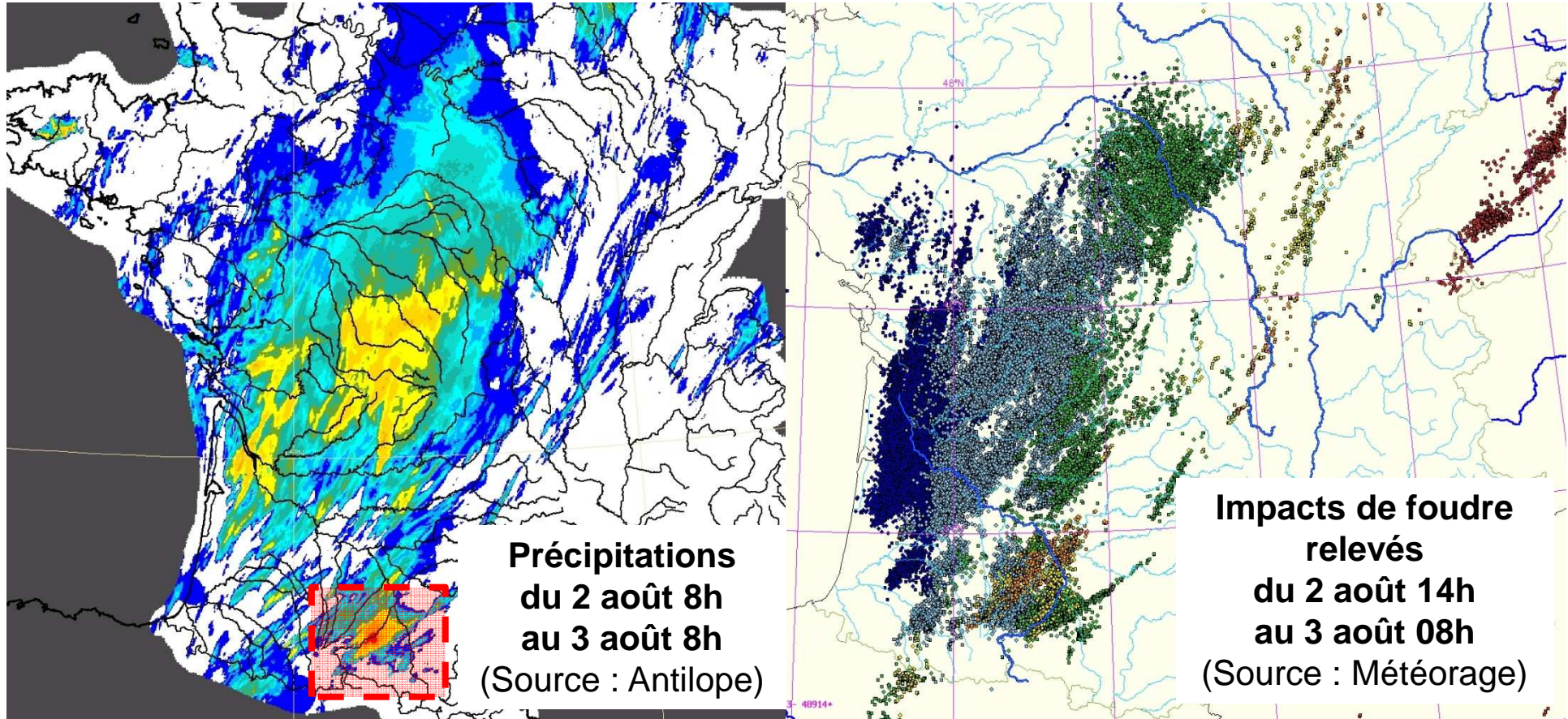
Une histoire ancienne

- ◆ **Fin 1980's :**
Utilisation qualitative
(de Meteotel à... Synergie)
→ plus de 20 ans d'utilisation
qualitative quotidienne
- ◆ **Fin 1990's :** « **Projet Ardèche** »
→ Prudence + forte pour une
utilisation quantitative
- ◆ **Fin 2000's :**
projet RHYTMME (bande X)
→ intérêt pour nouv. technologies
- ◆ **2011 :** **Stage de V. Baron**
(progrès technol. radar, évolution des
méthodes de calibration radar et de
fusion de données; réanalyses...)
→ **vers utilisation quantitative?**

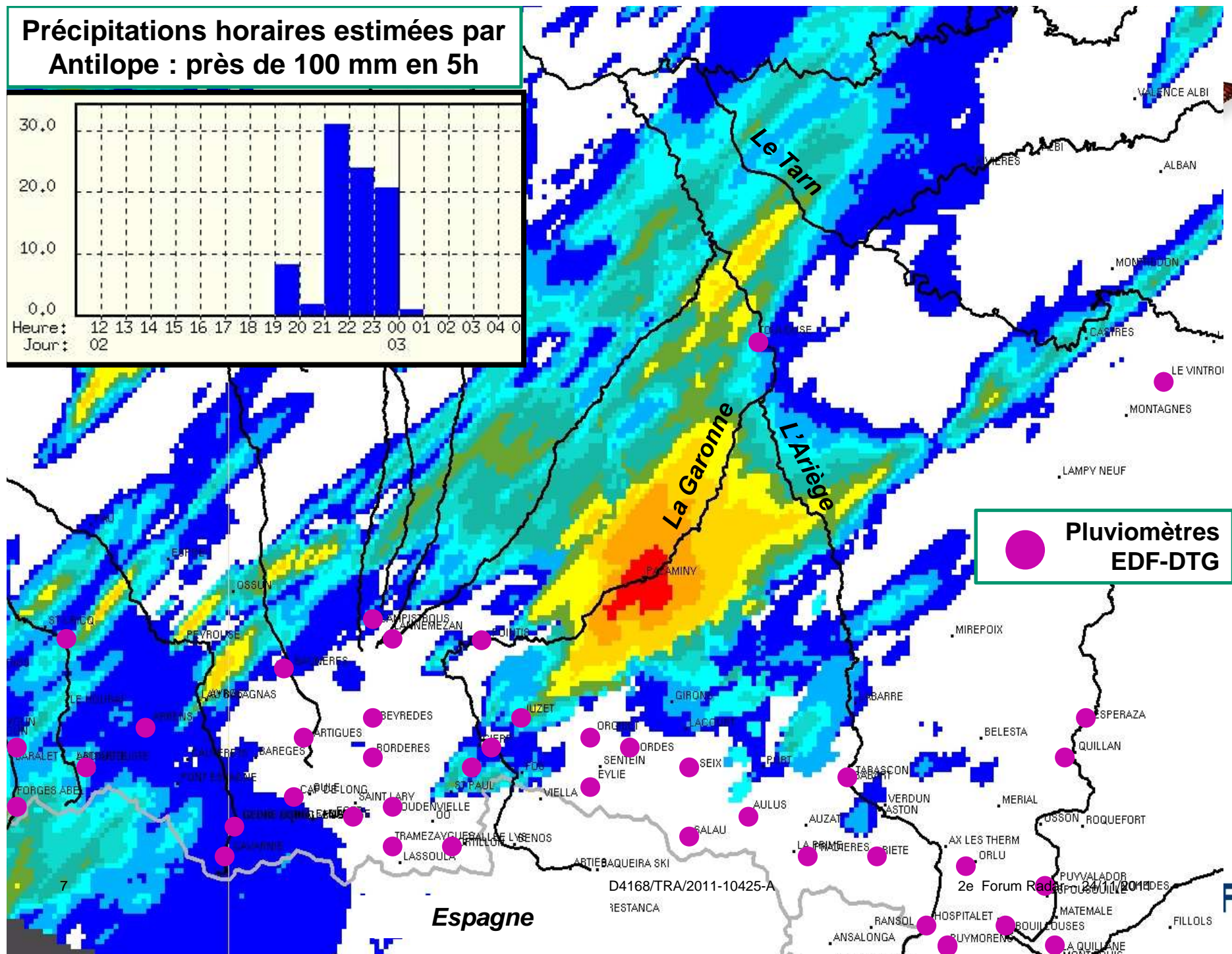
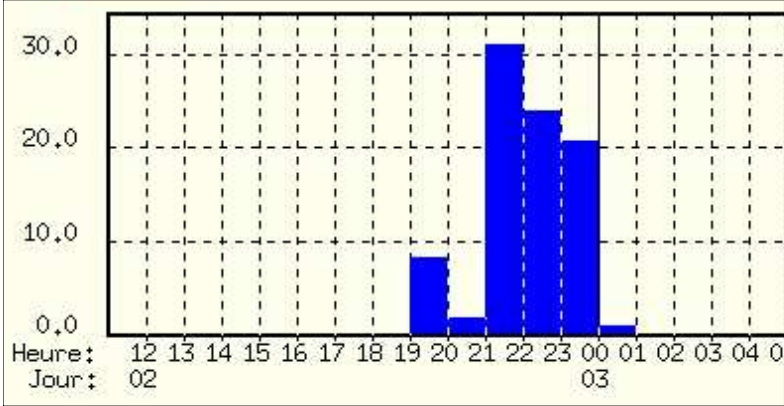
Un utilisateur exigeant

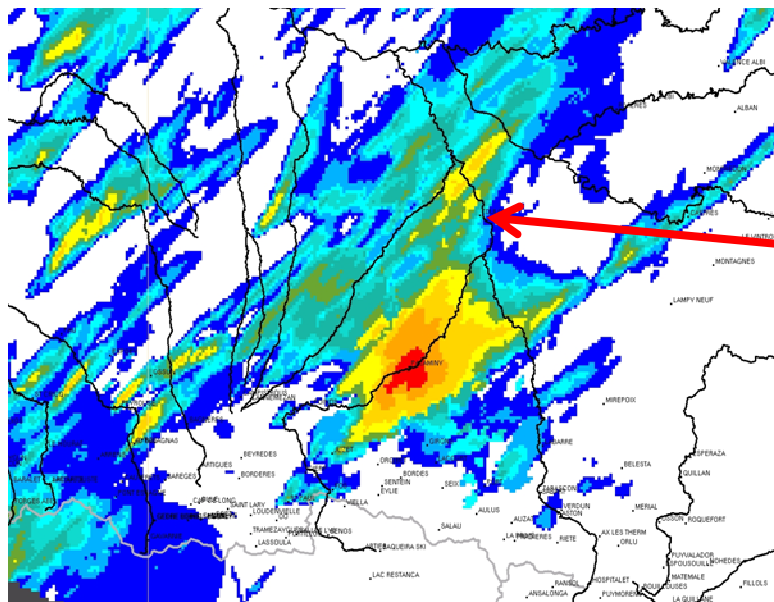
- ◆ Modèle hydrologique **continu**
→ supporte mal les
biais de précipitation
- ◆ Modèle hydrologique **global**
→ valorise peu une meilleure
spatialisation des précipitations
- ◆ Comparaison par rapport à un
réseau pluviométrique adapté
aux besoins d'EDF-DTG
→ lame d'eau de référence
déjà de qualité « acceptable »
- ◆ Bassins en zone de moyenne ou
de haute montagne
→ zones de faible/moins bonne
visibilité du radar

Intérêt potentiel du radar

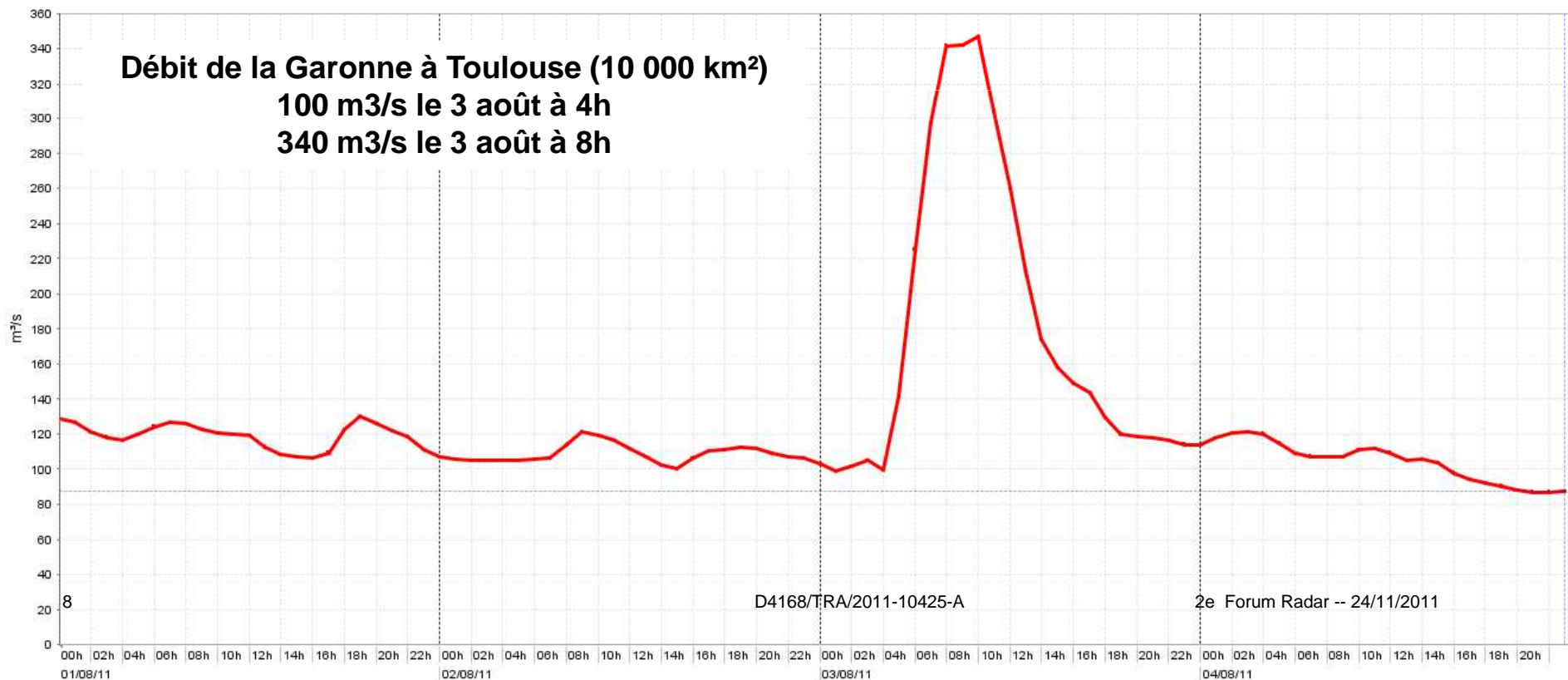


Précipitations horaires estimées par Antilope : près de 100 mm en 5h





Toulouse



2011 : les questions



- 15 ans après le « Projet Ardèche »,
les lames d'eau issues du radar météo sont-elles « fiables » ?**

- Ces lames sont-elles utilisables
dans un modèle hydrologique par un utilisateur exigeant ?**
(interrogation sur le gain apporté par le radar)

- Un premier point sur les réanalyses horaires**



Présentation : les lames d'eau

Antilope



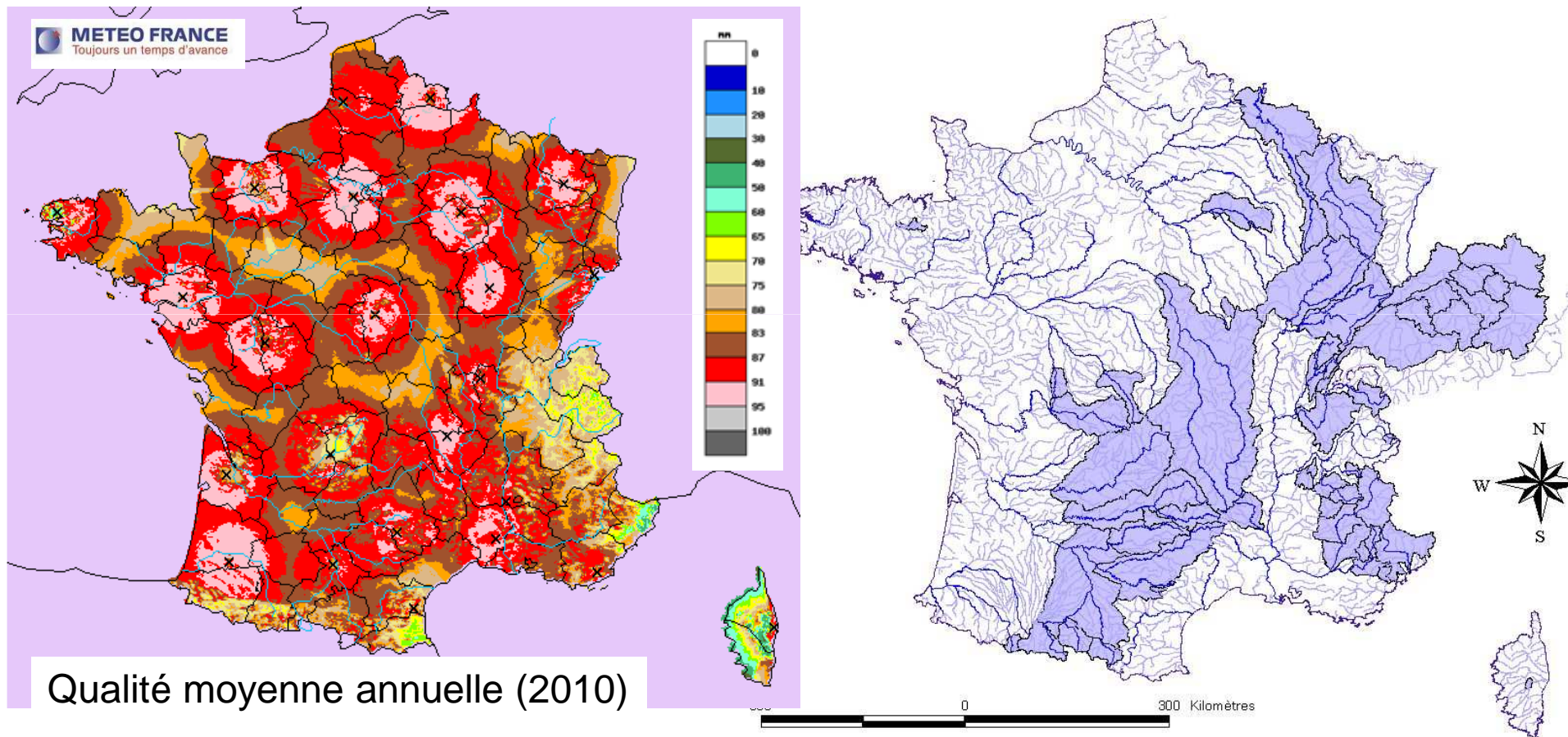
- ◆ Disponible en temps réel
- ◆ Archive Antilope depuis 2006
- ◆ Fusion de données radar et sol
- ◆ Tient compte des évolutions radar
- ◆ Donne poids aux pluviomètres
- ◆ $\Delta x = 1 \text{ km}^2$ $\Delta t = 1 \text{ h}$

Réanalyses de lames d'eau

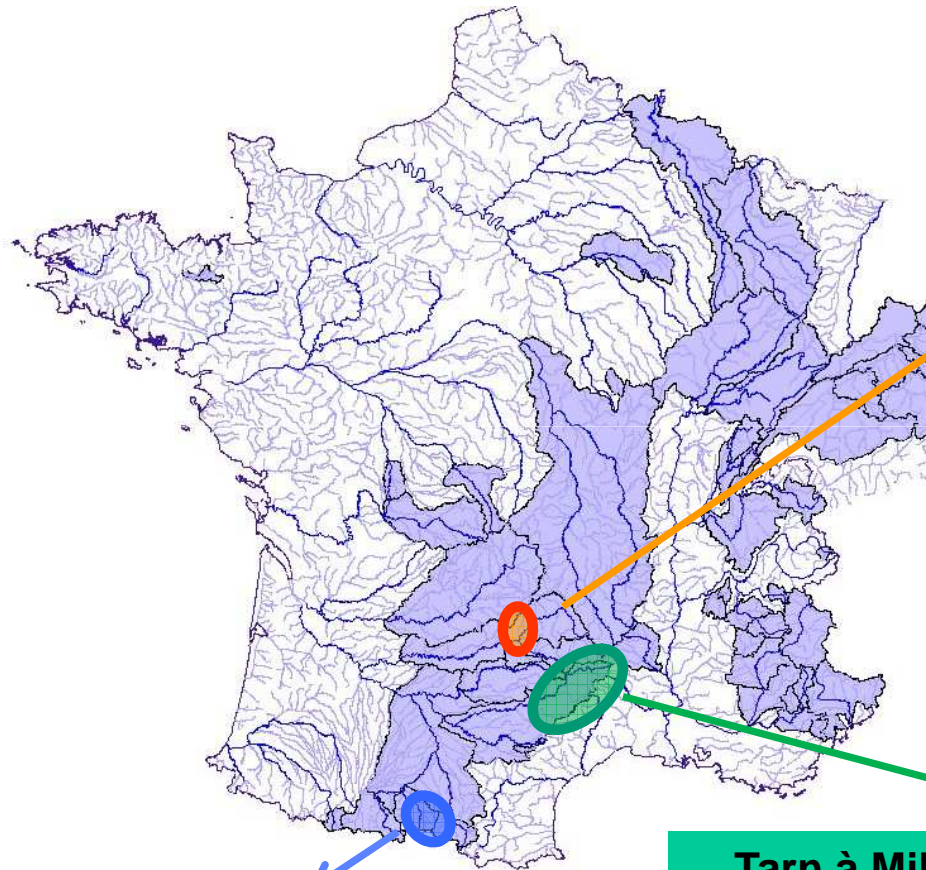
Évaluation sur une période plus ancienne
1997-2001
Continu

- ◆ Non disponible en temps réel
- ◆ Archives (1997 – ...)
- ◆ Valorisation de toute info disponible
- ◆ Traitement homogène des données radar
- ◆ Poids final du radar ?
- ◆ $\Delta x = 1 \text{ km}^2$ $\Delta t = 1 \text{ h}$

Qualité Radar et bassins EDF-DTG

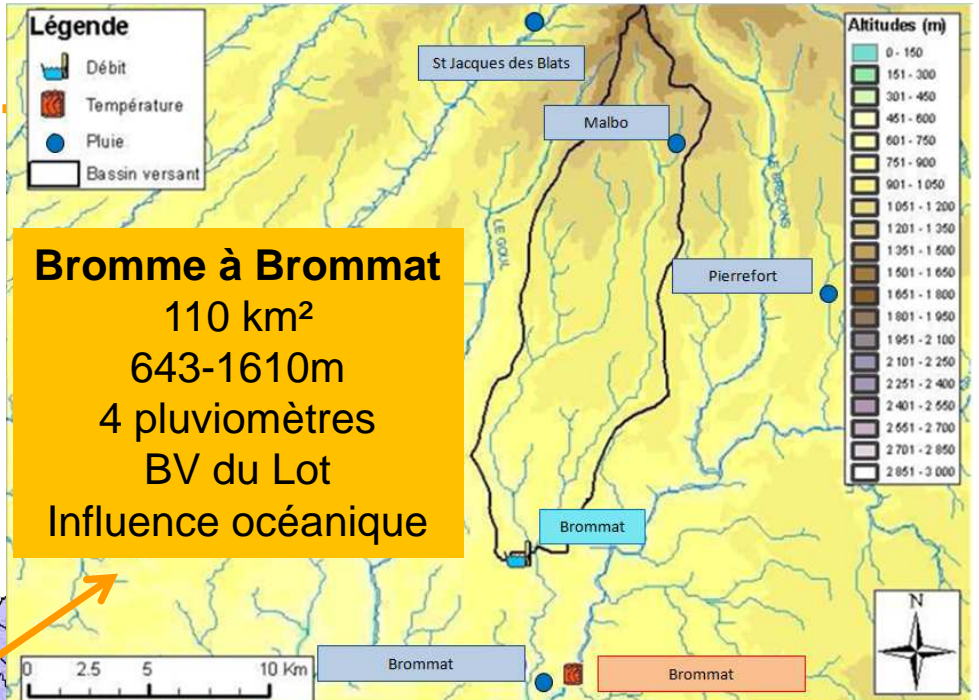


Les bassins versants

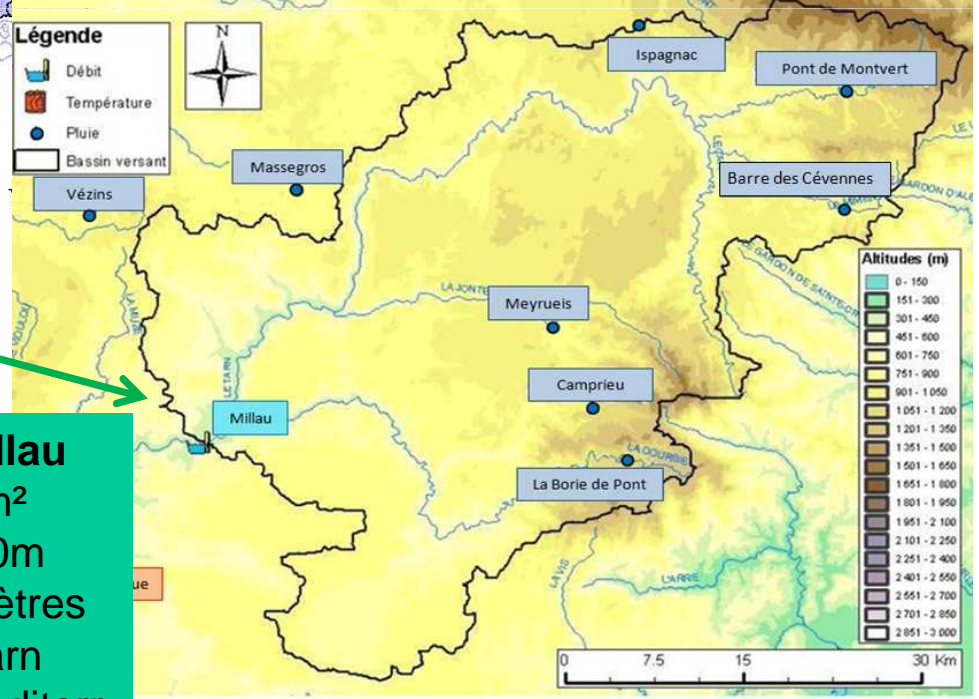


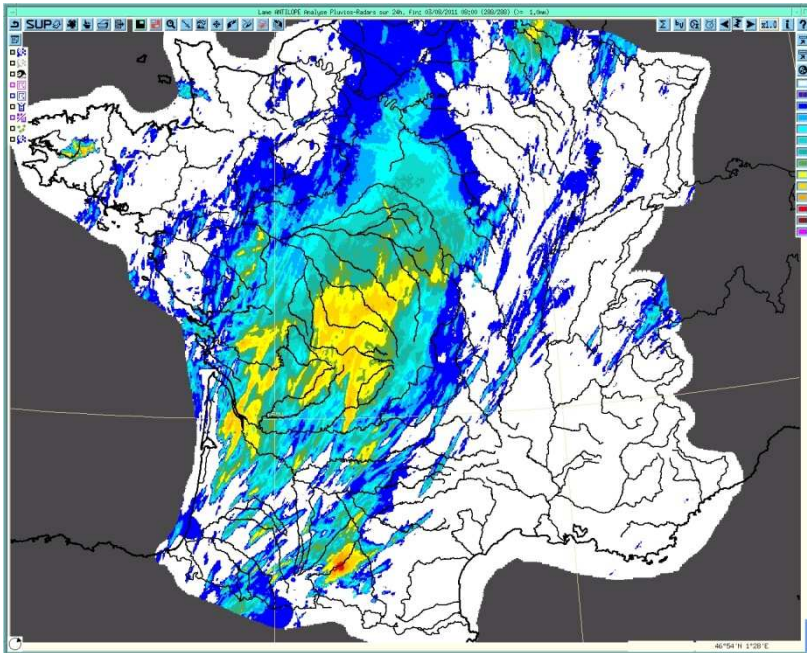
Salat à Lacourt
604 km²
439-2800m
BV Garonne

Tarn à Millau
2170 km²
358-1690m
... pluviomètres
BV du Tarn
Influence méditerr.



Bromme à Brommat
110 km²
643-1610m
4 pluviomètres
BV du Lot
Influence océanique

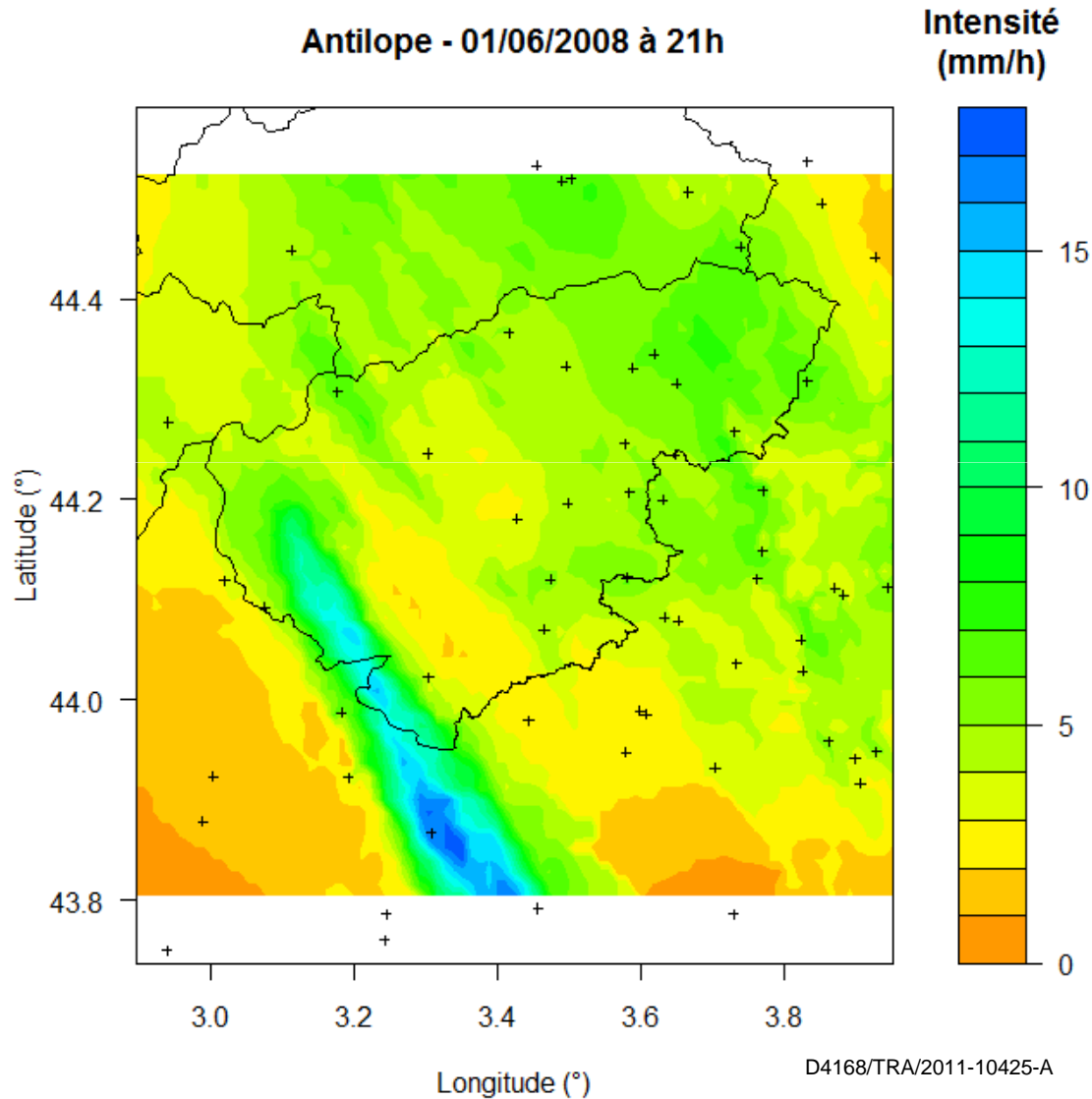




LA LAME D'EAU ANTILOPE

1. Comparaison avec les lames d'eau sol
2. Comparaison au sein de la modélisation hydrologique

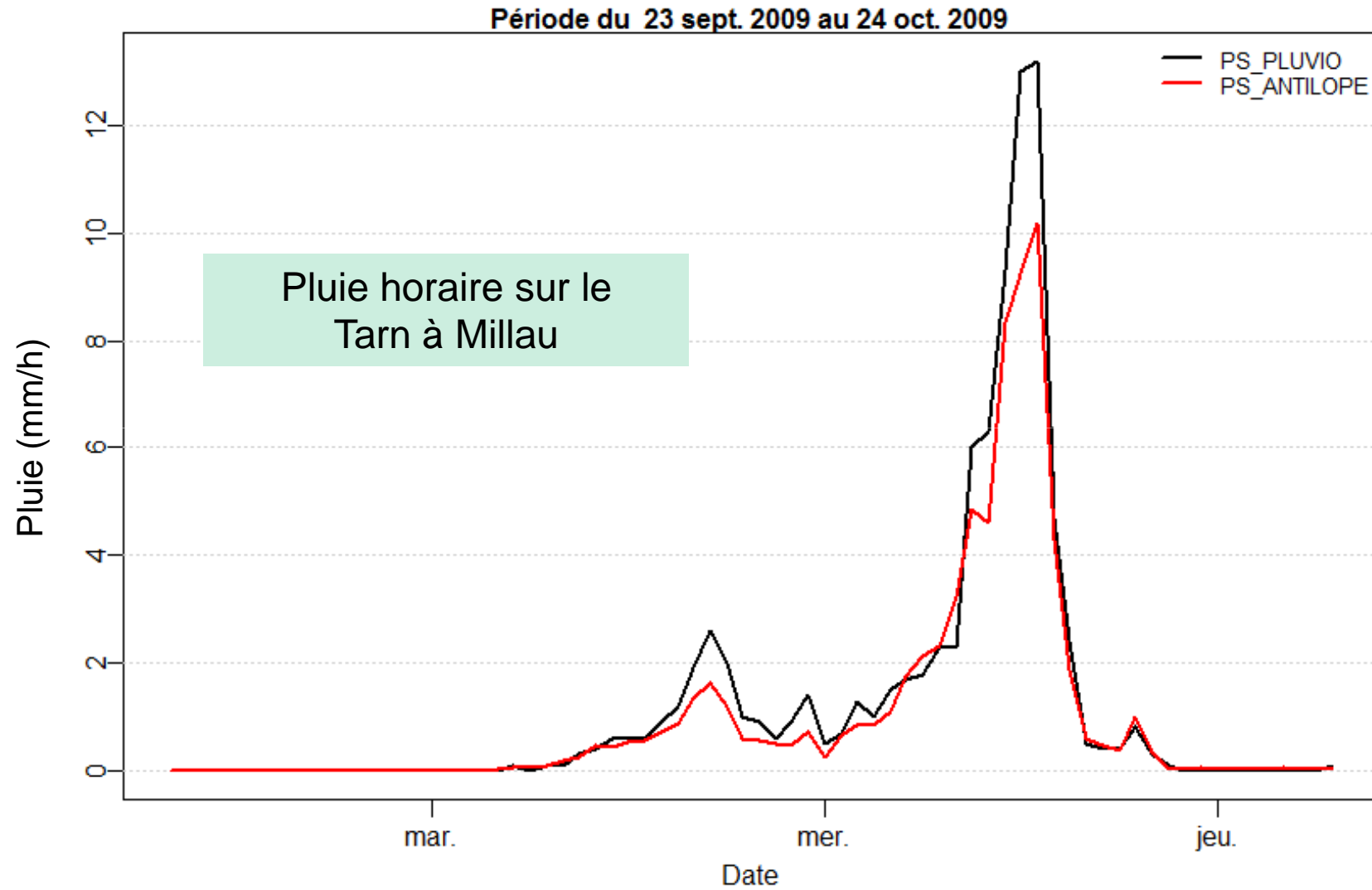
Visualisation d'Antilope



Quelques champs de précipitations horaires estimés par Antilope sur le Tarn à Millau (2170 km²)

Pluie spatiale sur le bassin versant = ensemble des 2170 pixels

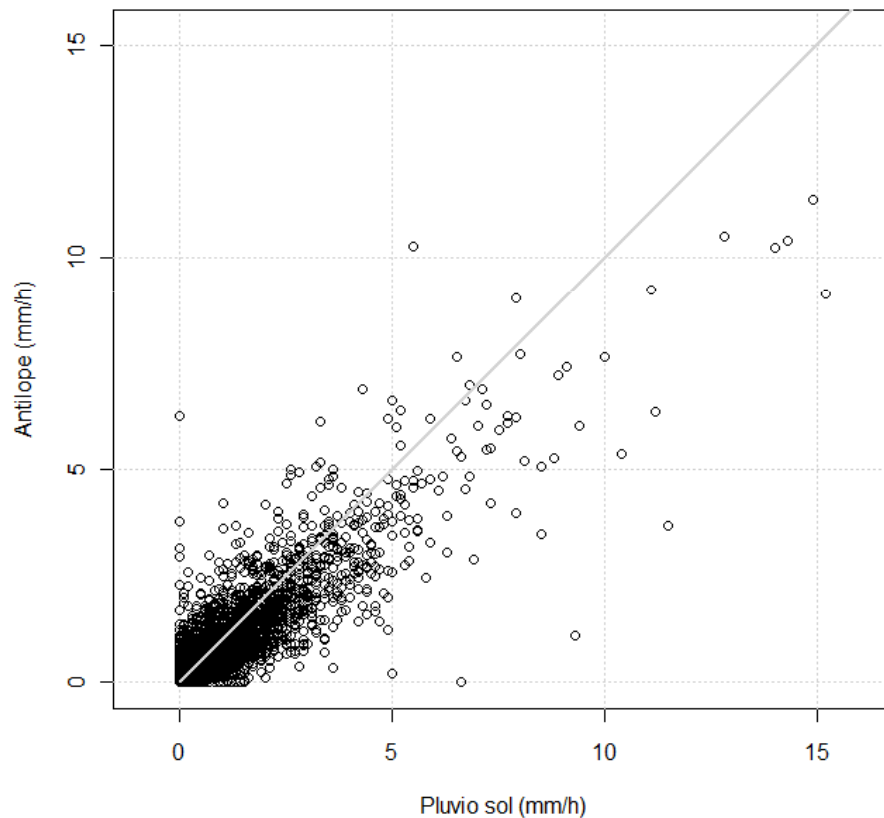
Visualisation des données



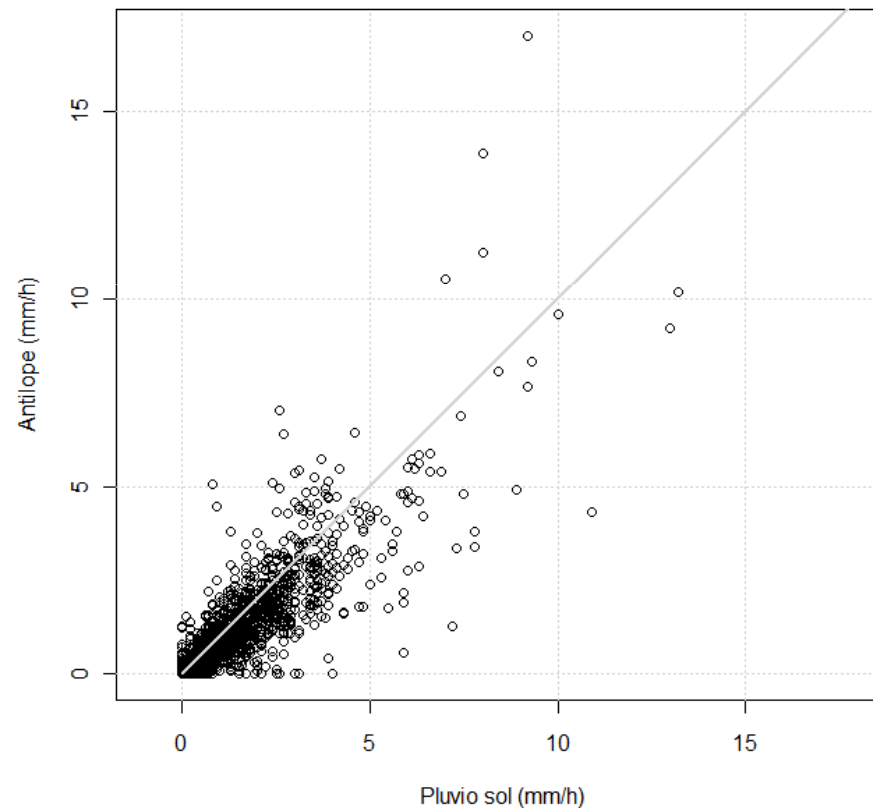
Antilope et données sol horaires



Bromme à Brommat
Antilope/Pluvio = **0.89**
 $R^2 = 0.79$



Tarn à Millau
Antilope/Pluvio = **0.83**
 $R^2 = 0.80$



Synthèse sur la comparaison lame d'eau Antilope vs pluviomètres

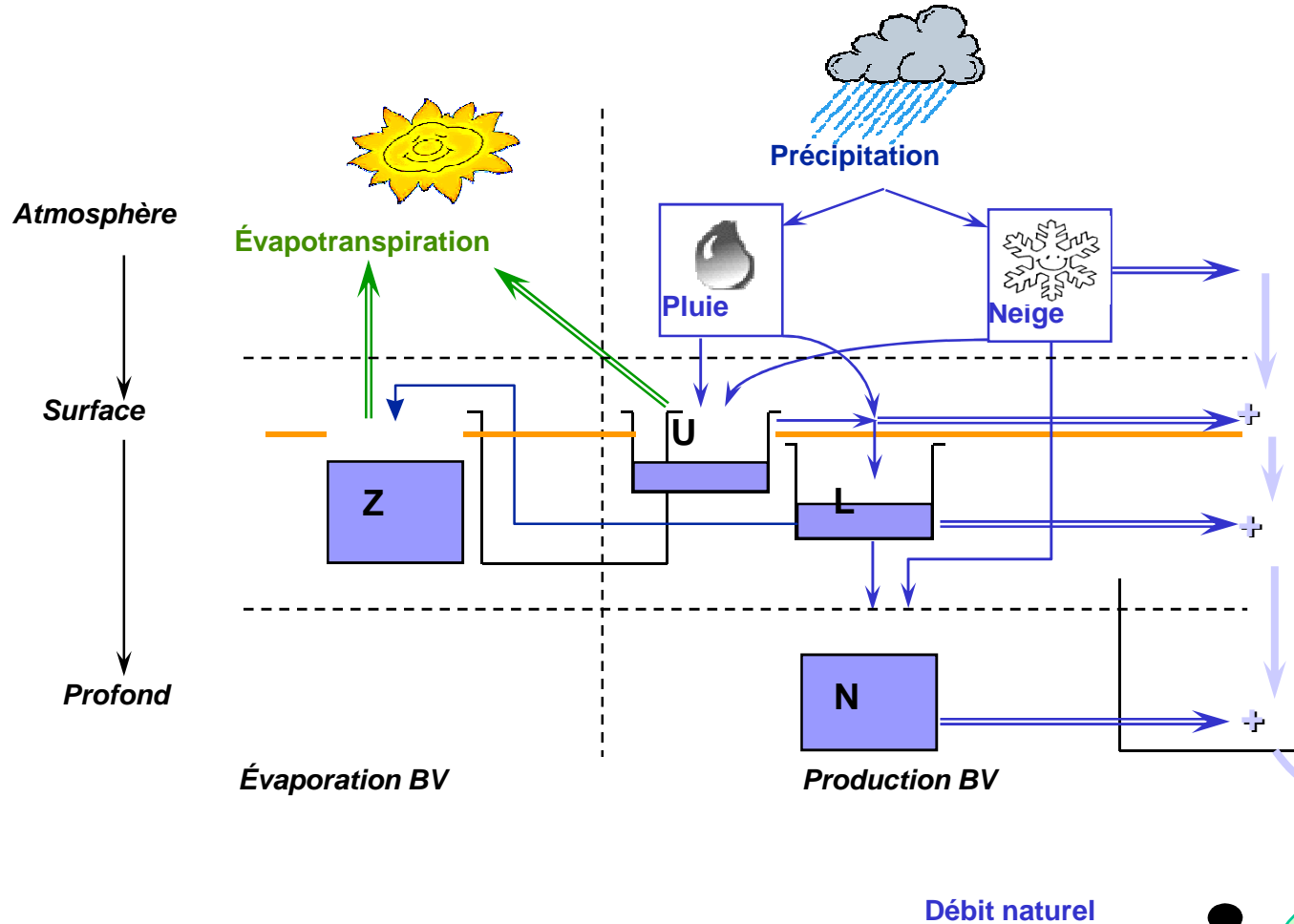


Sur ces deux bassins :

- ◆ Légère sous-estimation d'Antilope par rapport à la PS pluviomètres
- ◆ Bonne cohérence temporelle des 2 lames d'eau
- ◆ Pas de sous-/sur-estimation systématique sur les intensités maximales

→ ***Esperance d'obtenir des estimations horaires de qualité,
... une fois le biais global corrigé.***

Modélisation hydrologique



Modèle hydrologique **MORDOR**

- ✓ Conceptuel
- ✓ Global
- ✓ Continu
- ✓ Forçages:
PS & Temp.
- ✓ $\Delta t = 1h$

Antilope et modélisation hydro



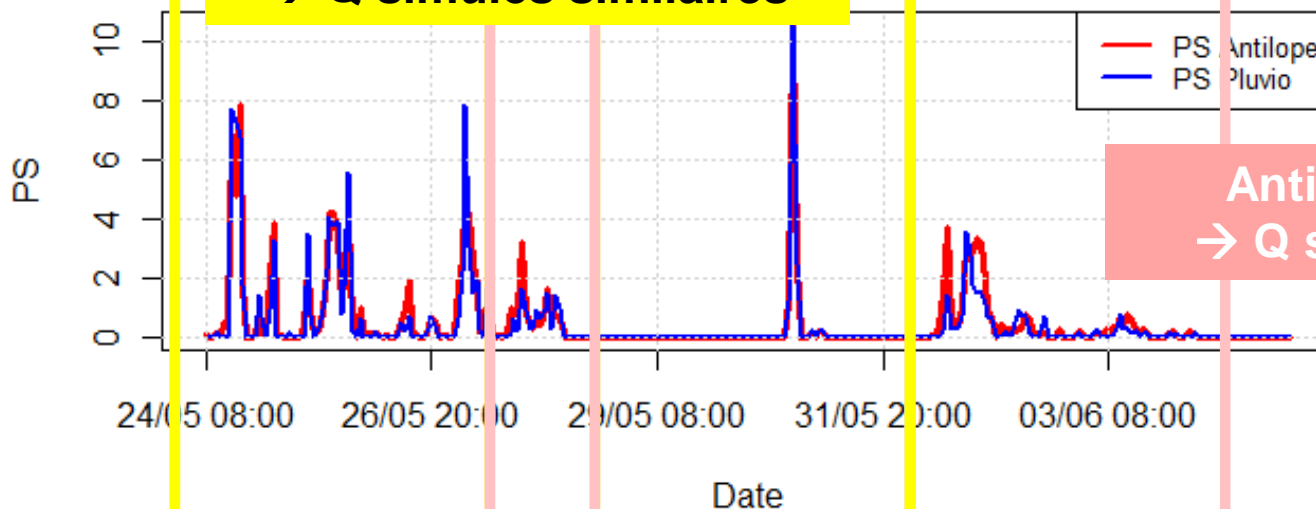
Pré-requis :

- ◆ Calage du modèle avec les pluies sol

- ◆ Série « composite » Antilope-Pluvio :
 - Réduction du biais Antilope/Pluvio
 - Remplissage des « trous » par la PS sol



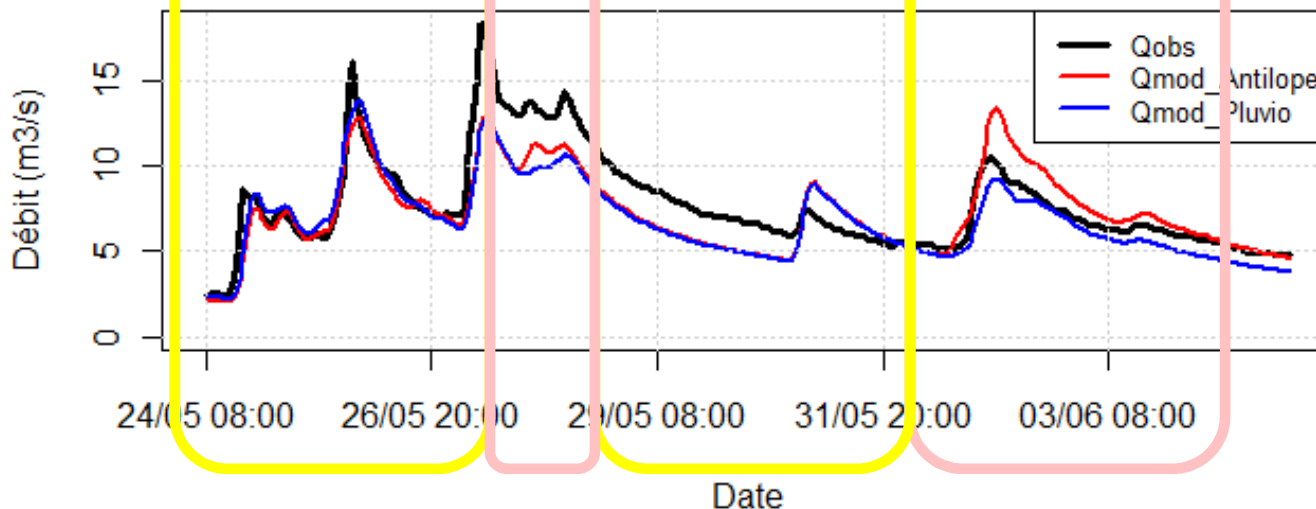
Même volume précipité
→ Q simulés similaires



Volume PS Pluvio = 130 mm & Volume PS Antilope = 146 mm

Antilope: cumul >
→ Q simulé plus fort

Débits (m³/s) 24/05/2008 à 05/06/2008



$Q_{sim.pluvio} \text{ moyen} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$ & $Q_{sim.antilope} \text{ moyen} = 7.3 \text{ m}^3/\text{s}$ & $Q_{obs} \text{ moyen} = 7.8 \text{ m}^3/\text{s}$

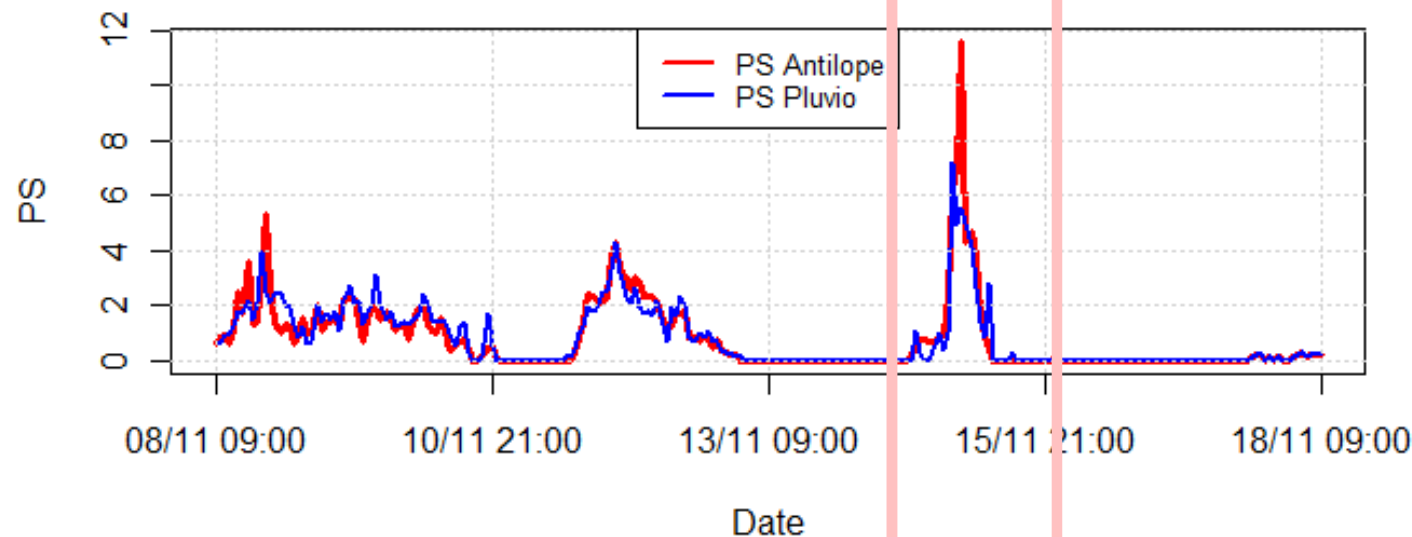
La plupart du temps :
Écart Q_{sim}/Q_{obs}
> Écart Q_{sim}/Q_{sim}

→ Erreurs de modélisation
et d'observation (Q)
prépondérantes

Influence sur les débits de
« faibles » écarts entre les
lames d'eau

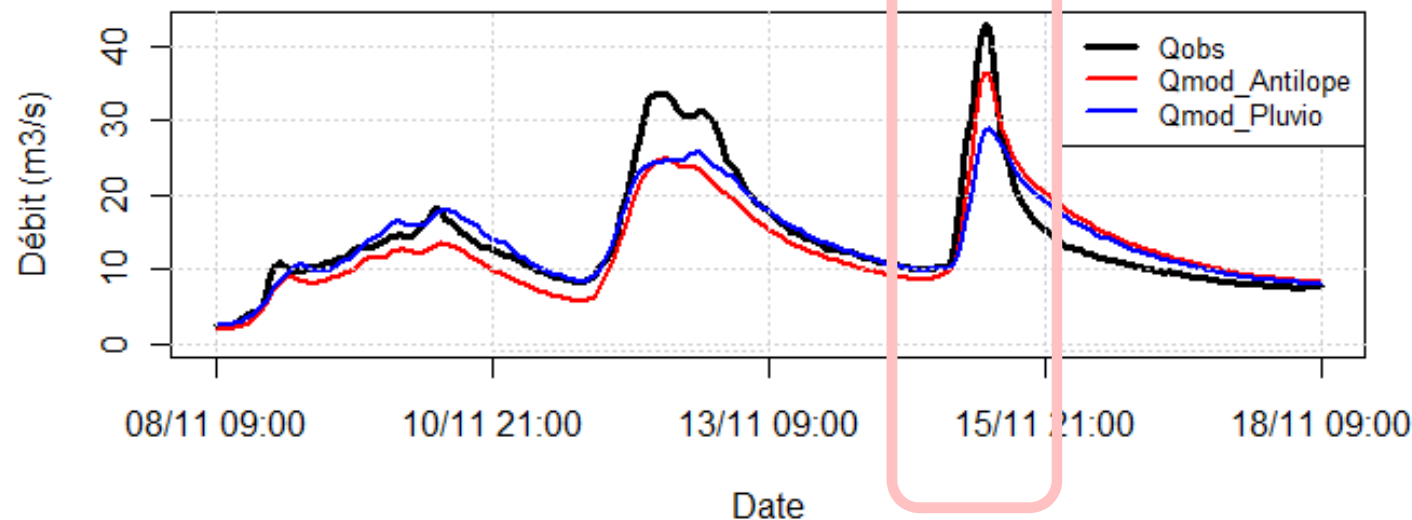


Précipitations (mm) 08/11/2010 à 18/11/2010



Volume PS Pluvio = 191 mm & Volume PS Antilope = 194 mm

Débits (m3/s) 08/11/2010 à 18/11/2010



Antilope: intensité >
→ Q simulé plus fort

Qsim.pluvio moyen = 9 m3/s & Qsim.antilope moyen = 12.9 m3/s & Qobs moyen = 14.3 m3/s

Antilope et modélisation hydro



D'un point de vue quantitatif,
pas de distinction possible
(lié aux séries « composites »?)

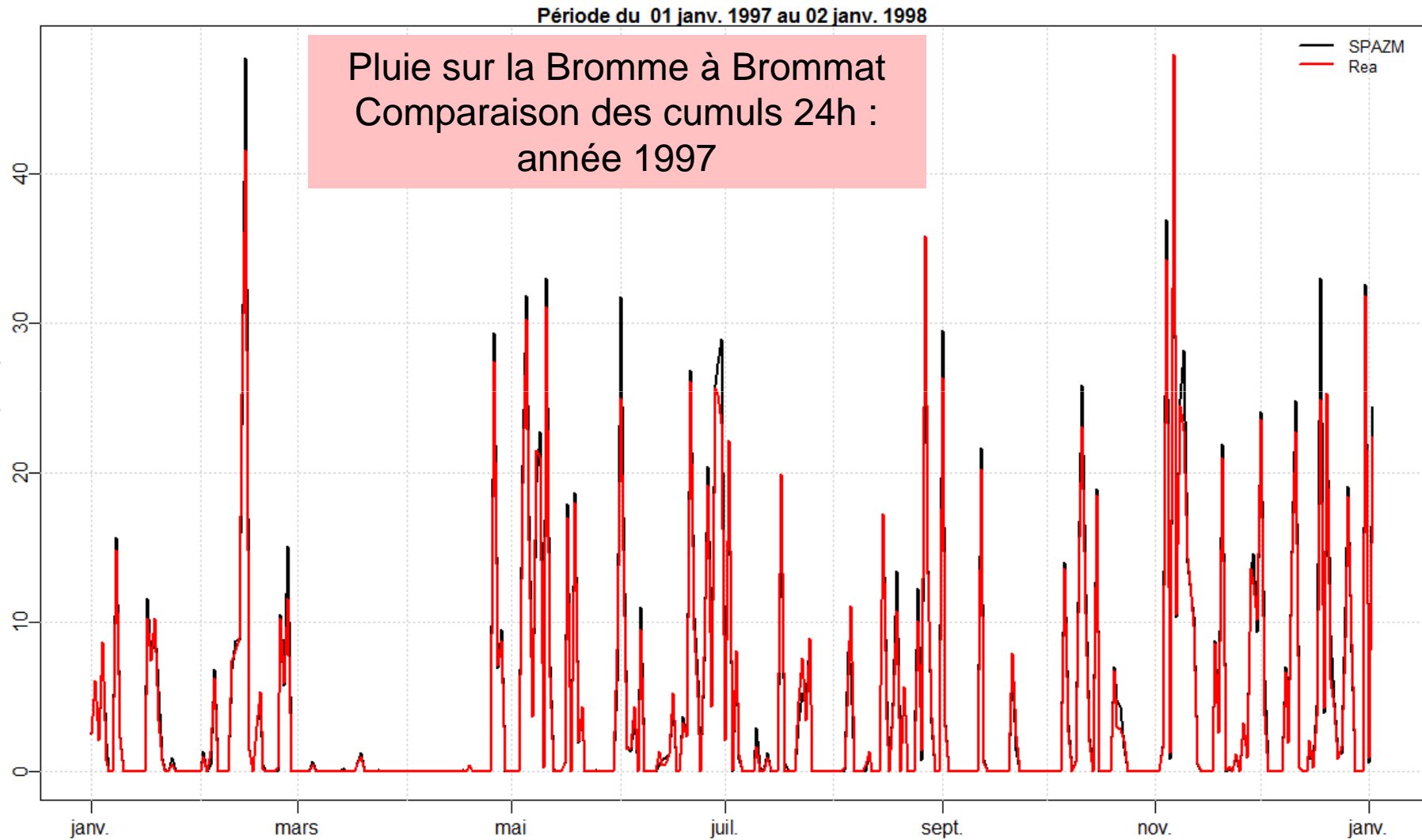
- ◆ Nash sont équivalents avec les 2 lames d'eau
 - ≈ 0.90 sur la Bromme à Brommat
 - ≈ 0.77 sur le Tarn à Millau

- ◆ Critères de détection/fausses alarmes : équivalents
 - Bromme à Brommat : $POD \approx 0.9$; $FAR \approx 0.1$
 - Tarn à Millau $POD \approx 0.9$; $FAR \approx 0.4$

LES REANALYSES DE LAME D'EAU

1. Comparaison avec les lames d'eau sol
2. Comparaison au sein de la modélisation hydrologique

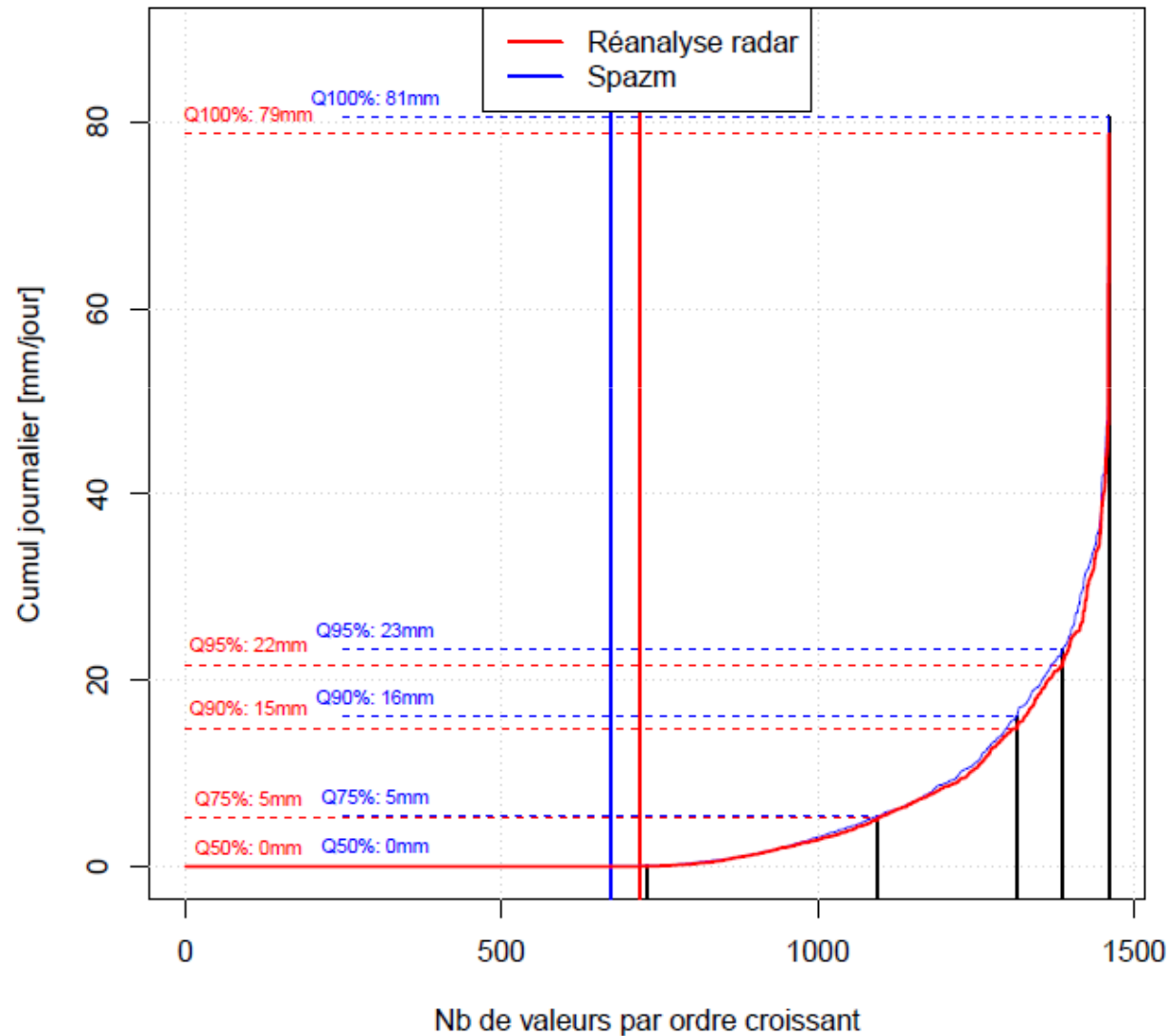
Réanalyses de lames d'eau



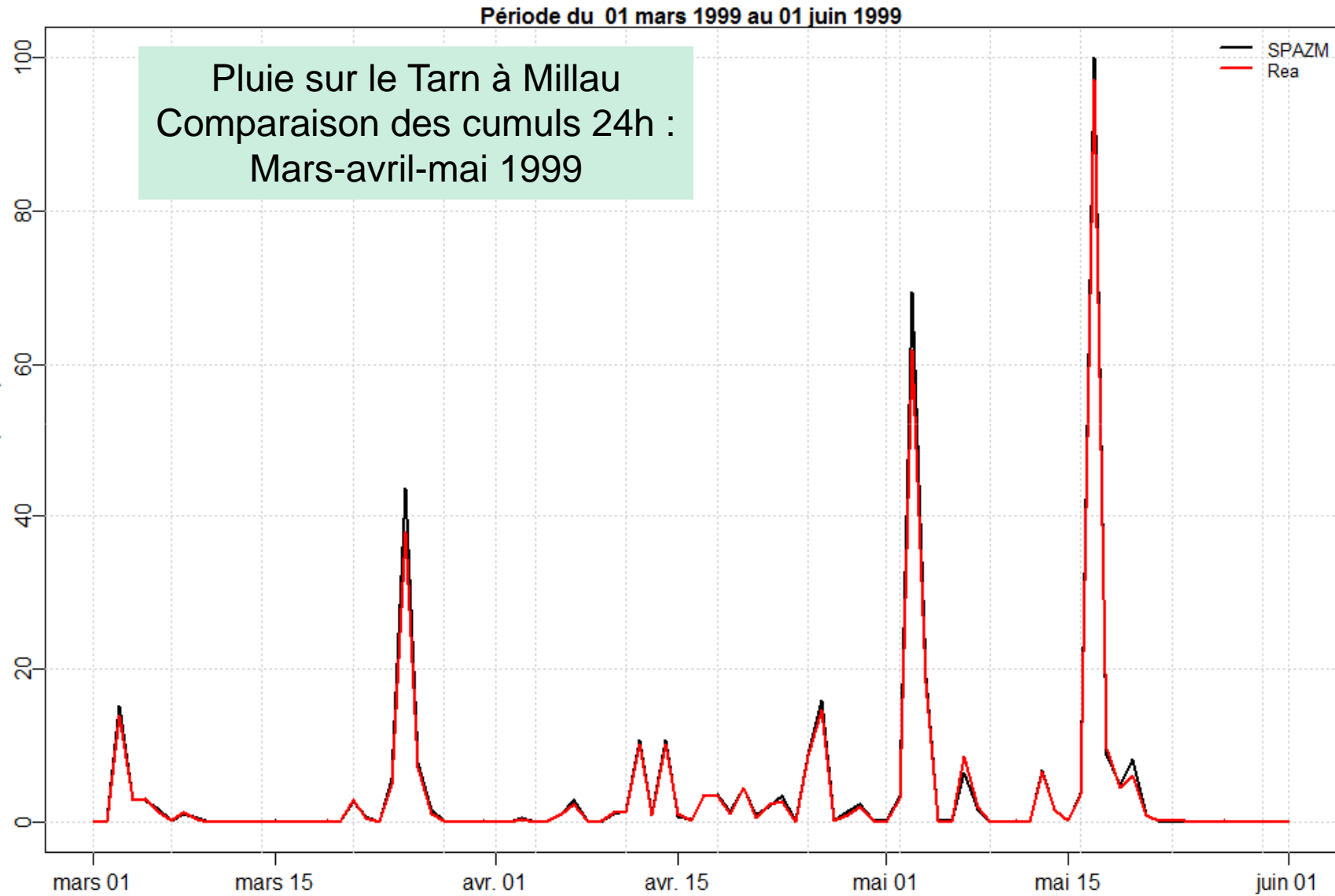
Réanalyses de lames d'eau



Brommat
Comparaison des distributions des volumes journaliers



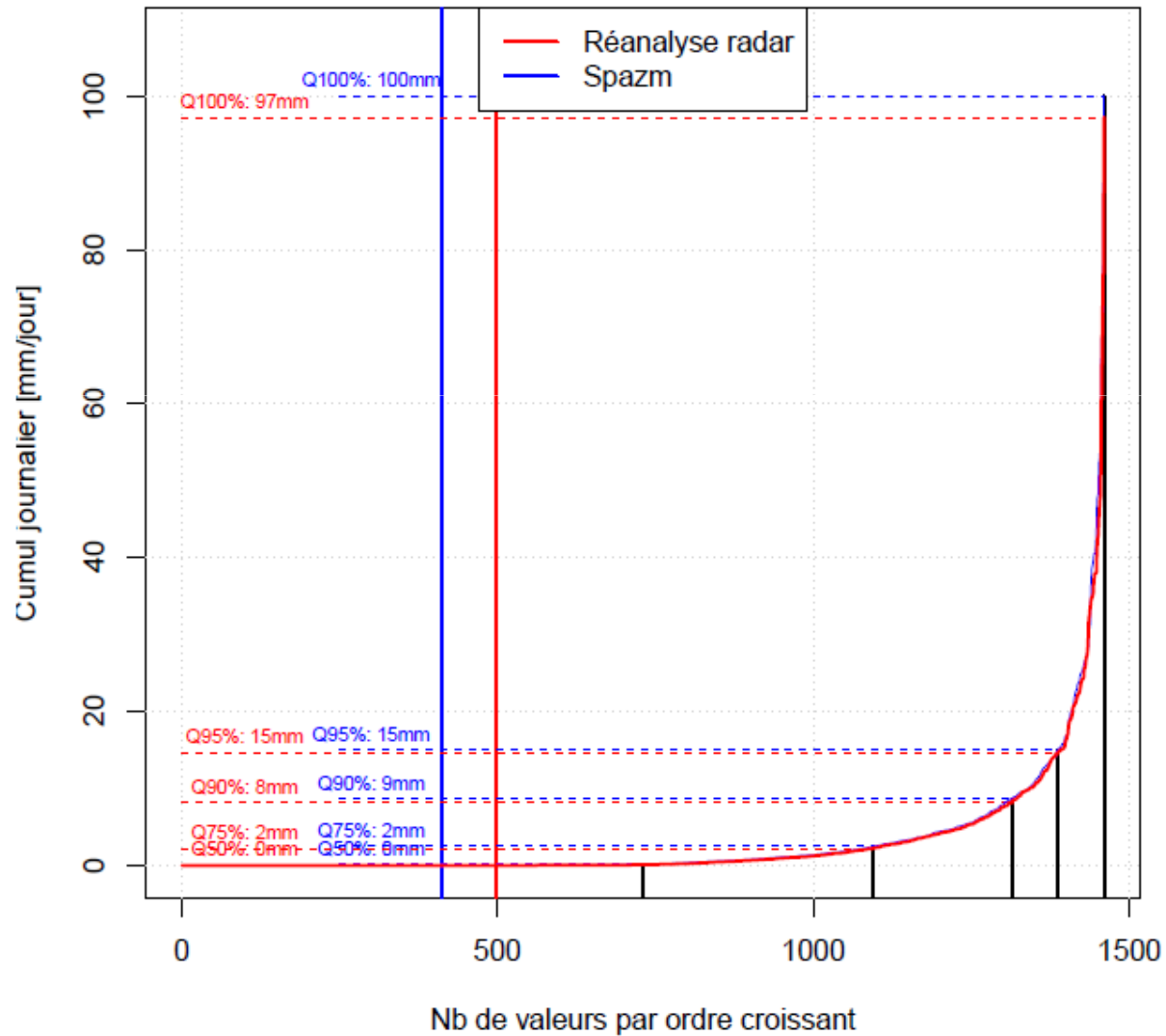
Réanalyses de lames d'eau



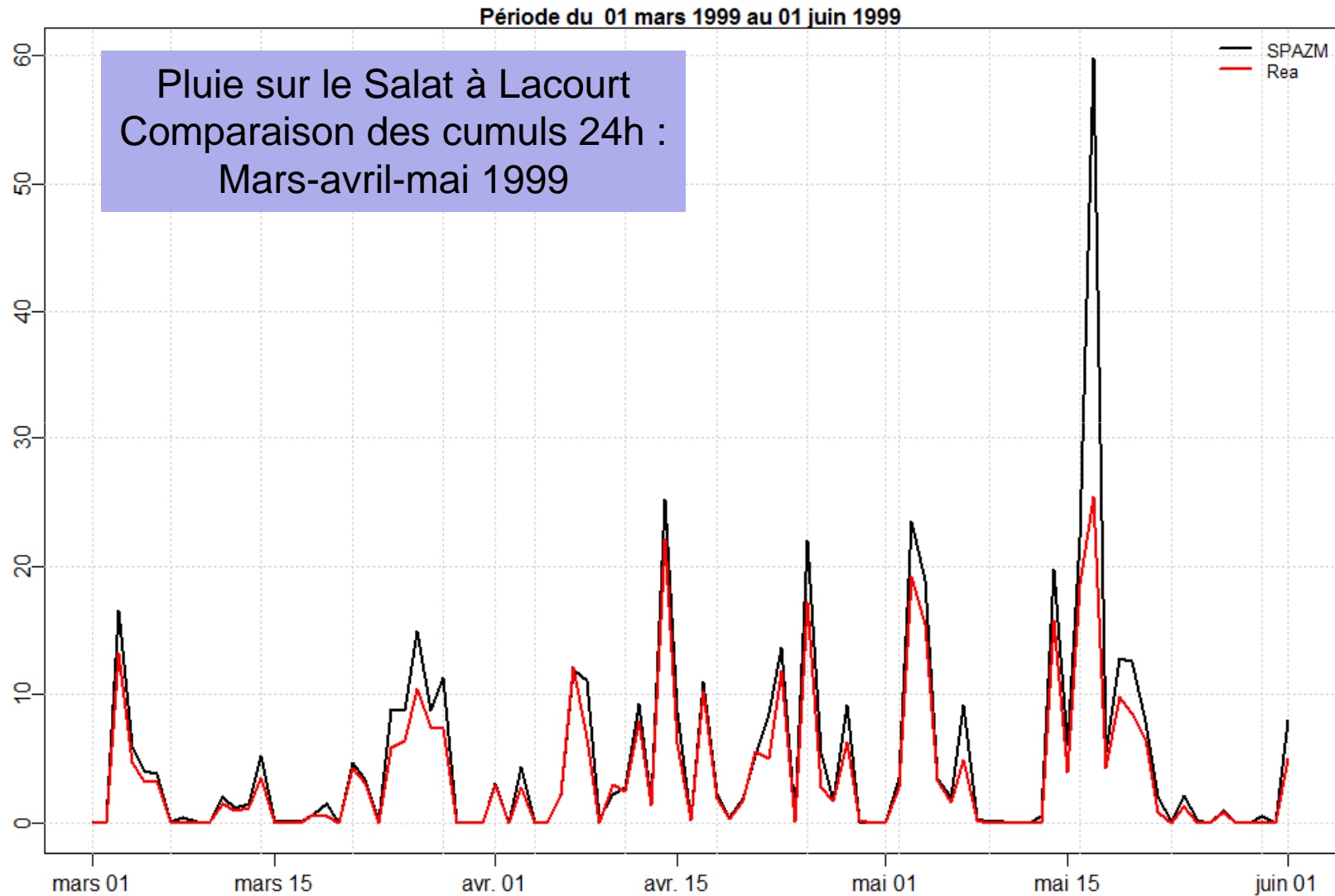
Réanalyses de lames d'eau



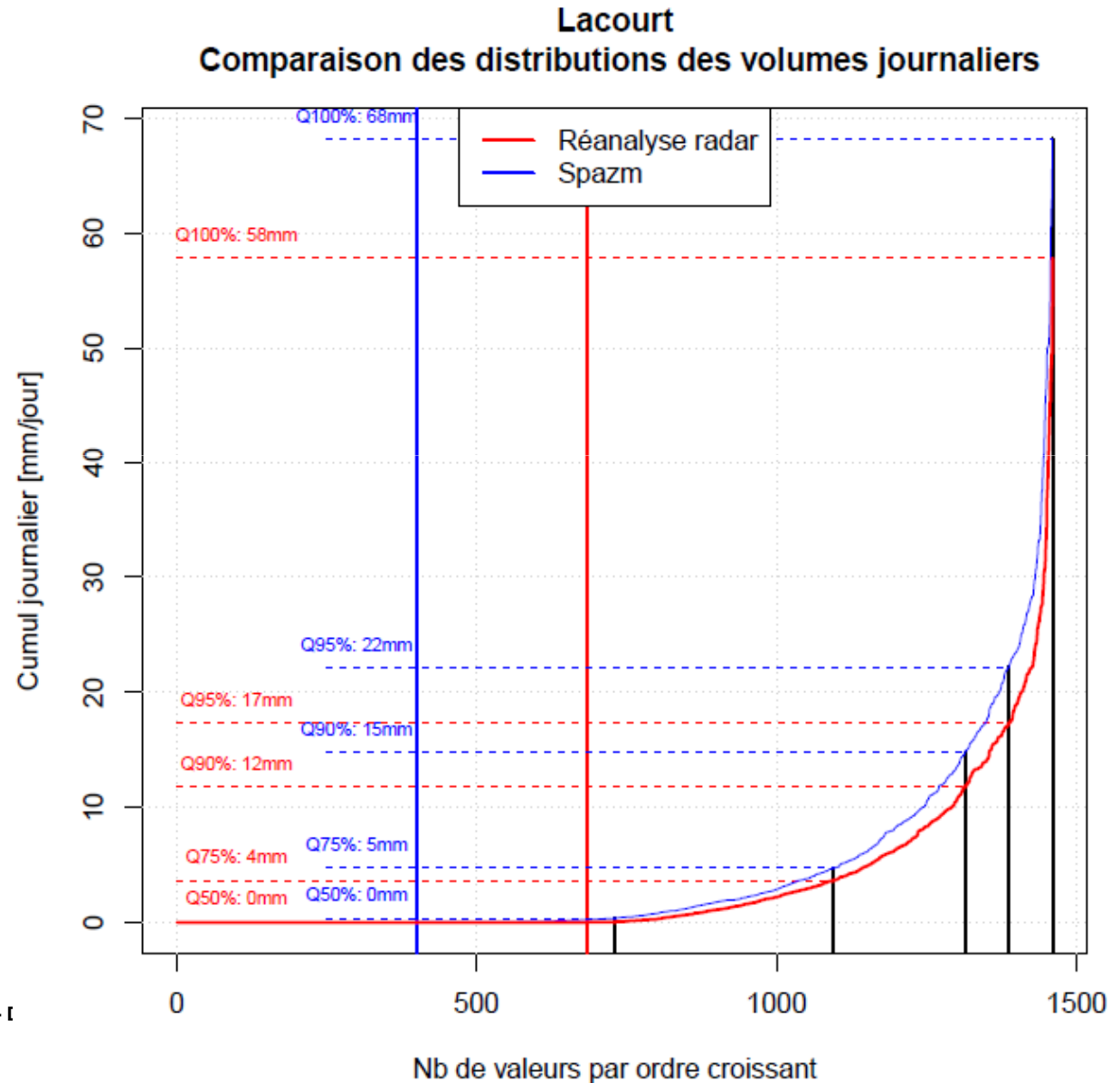
Millau
Comparaison des distributions des volumes journaliers



Réanalyses de lames d'eau



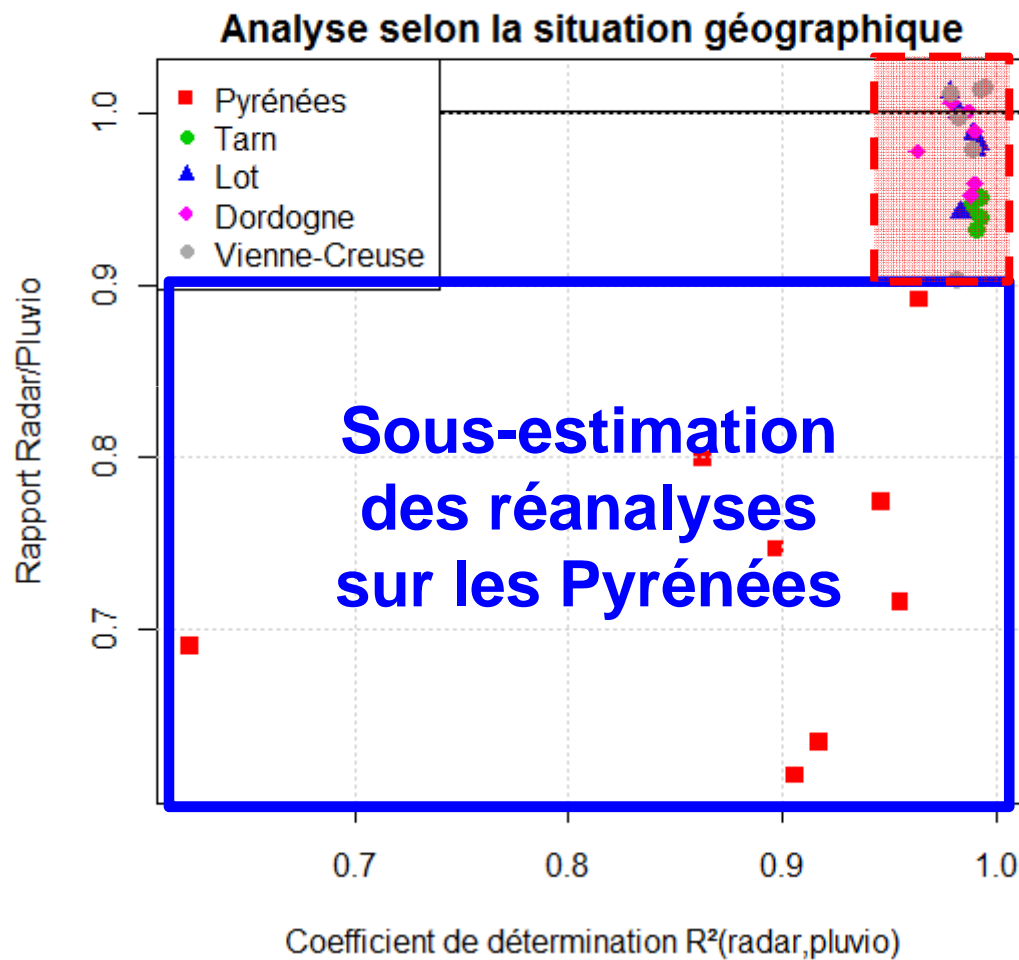
Réanalyses de lames d'eau





Réanalyses de lames d'eau

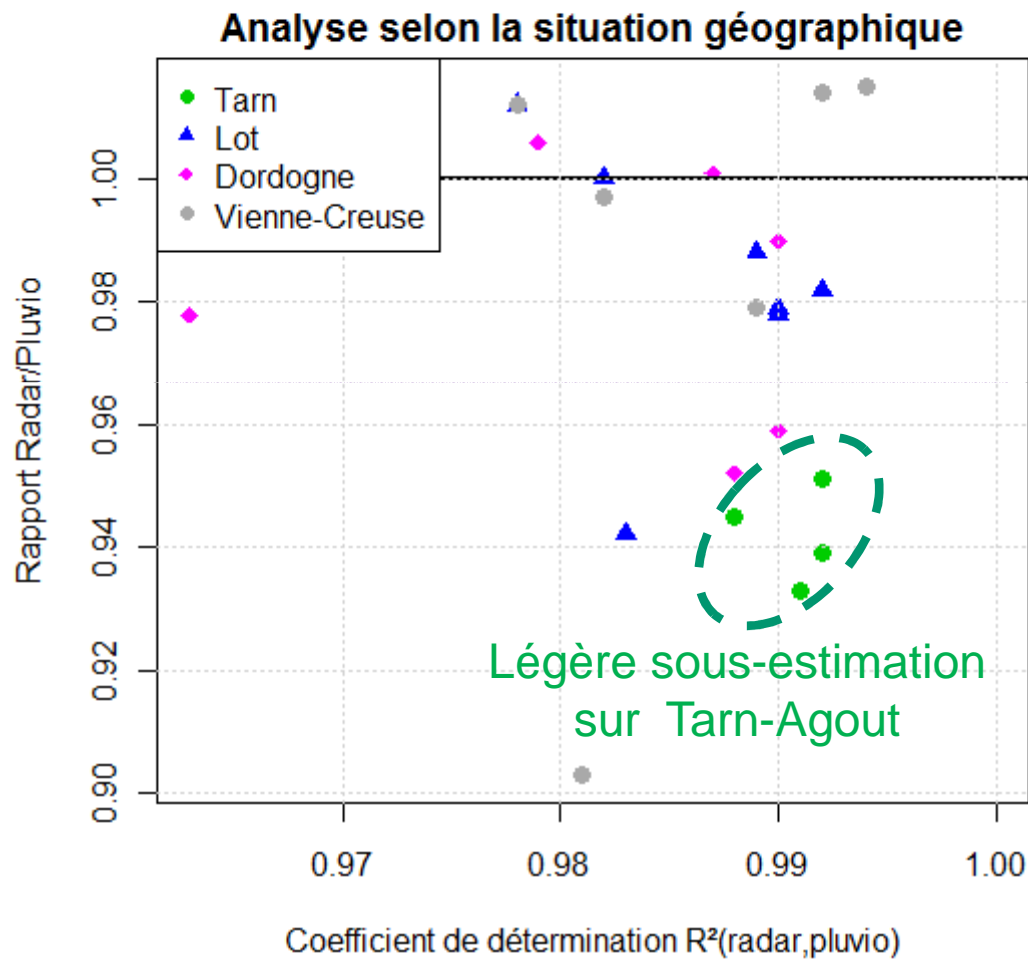
Relation entre la réanalyse de lame d'eau et SPAZM





Réanalyses de lames d'eau

Relation entre la réanalyse de lame d'eau et SPAZM



Réanalyses et modélisation hydrologique



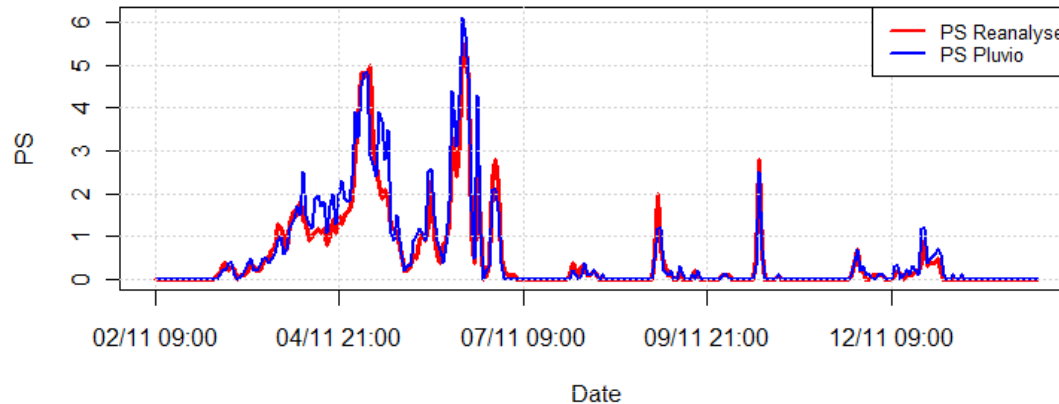
Pas de différence du point de vue de critères statistiques :

Bassin	Pluie	Nash(Q)	POD Détection	FAR Fausses Alarmes
Brommat	Réanalyse	0.90	0.83	0.13
Brommat	Pluvios	0.90	0.83	0.13
Millau	Réanalyse	0.77	0.88	0.35
Millau	Pluvios	0.76	0.92	0.33

Réanalyses & modélisation hydro

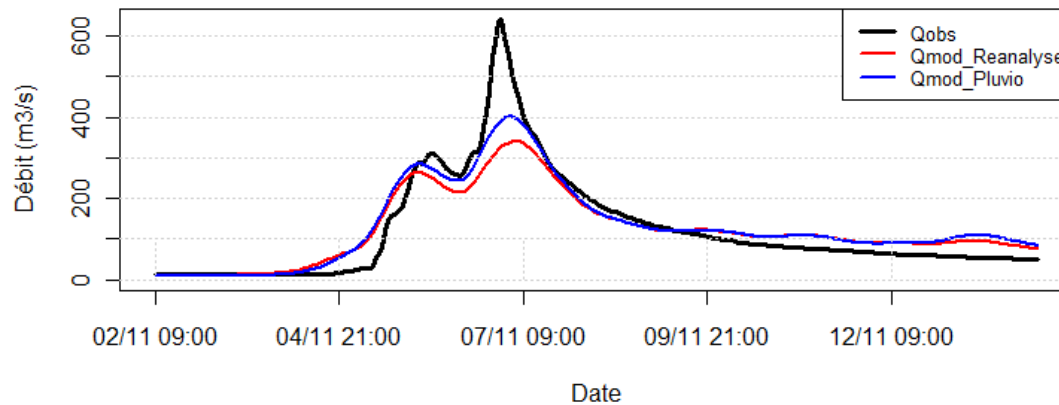


Précipitations (mm) 02/11/1997 à 14/11/1997



Volume PS Pluvio = 171 mm & Volume Reanalyse = 150 mm

Débits (m3/s) 02/11/1997 à 14/11/1997



Qsim.pluvio moyen= 130.1 m3/s & Qsim. Reanalyse moyen = 122.5 m3/s & Qobs moyen = 122.3 m3/s

Tarn à Millau

Mêmes constats que pour la simulation avec Antilope :

- Débits simulés proches
- Pas de systématisme

2011 : ~~les questions~~ les réponses



- ❑ 15 ans après le « Projet Ardèche »,
les lames d'eau issues du radar météo sont-elles « fiables » ?

→ Oui, sur les bassins choisis

- Bonne cohérence avec les lames d'eau sol
- Résultats de modélisation hydrologiques similaires
- Exception des zones de fort relief

- ❑ Ces lames sont-elles utilisables
dans un modèle hydrologique par un utilisateur exigeant ?
(interrogation sur le gain apporté par le radar)

→ Oui, sur les bassins choisis

- Performances équivalentes à celles d'un réseau pluviométrique optimisé
- Nécessité de réduction de biais

- ❑ Un premier point sur les réanalyses horaires

→ Un produit intéressant :
un pas vers une hydrologie opérationnelle radar

Perspectives



- ◆ Vers une **modélisation spatialisée** :
 - Jusqu'à présent : modélisation globale ou semi-globale car pluviomètres ponctuels → densité nécessaire trop exigeante pour rendre possible pluie spatialisée
 - Maintenant: radar fournit pluie spatialisée → modèles globaux ne permettent pas de prendre en compte toute la richesse de l'info
- ◆ Sur les **bassins à fort relief (>2000m)** :
 - Radar bande C et S ont plus de mal
 - Attente des radars bande X (RHYTMME) ; intérêt pour tester les données issues de ces radars
- ◆ Poursuivre la **qualification des réanalyses** sur les bassins EDF-DTG : utilité d'une réanalyse horaire